

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

(11) N° de publication :
 (A n'utiliser que pour
 le classement et les
 commandes de reproduction).

2.168.145

(21) N° d'enregistrement national :
 (A utiliser pour les paiements d'annuités,
 les demandes de copies officielles et toutes
 autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

72.01506

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

1^{re} PUBLICATION

- (22) Date de dépôt 17 janvier 1972, à 10 h 15 mn.
 (41) Date de la mise à la disposition du
 public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 35 du 31-8-1973.
- (51) Classification internationale (Int. Cl.) H 02 k 9/00.
- (71) Déposant : SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES ET MÉCANIQUES
 (ALSTHOM) et SOCIÉTÉ RATEAU, résidant en France.
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire :
- (54) Machine tournante cryo-électrique.
- (72) Invention de : Marcel Sedille, Christian Mech, Jean Michel Guillard et Gilbert Ruelle.
- (33) (32) (31) Priorité conventionnelle :

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention - PARIS (15^e)

BEST AVAILABLE COPY

L'invention concerne les machines tournantes cryo-électriques dont le rotor, muni d'enroulements hyperconducteurs ou supraconducteurs, doit être maintenu de manière permanente à une température très basse, par exemple de 4°K à 5°K.

Le rotor de ces machines tourne dans un vide poussé et à l'intérieur d'un cryostat afin de limiter le plus possible les pertes par friction, convection et rayonnement.

Il subsiste cependant toujours un flux thermique dans le bout d'arbre qui transmet le couple mécanique entre l'extérieur et le rotor de la machine. De plus, si la rotation du rotor est assurée sur des paliers à huile, qui fonctionnent aux températures habituelles de l'ordre de 340°K, il s'établit sur les deux bouts d'arbre un flux thermique important allant des coussinets vers la partie centrale froide de l'arbre, et les pertes ainsi créées doivent être évacuées à un bas niveau de température, donc avec un très mauvais rendement d'extraction.

On a déjà proposé d'établir entre la source chaude constituée par les paliers et la source froide constituée par le corps du rotor, une barrière thermique à température intermédiaire, fixée par exemple à celle de l'azote liquide, de manière à évacuer à cet endroit avec le meilleur rendement la plus grande partie du flux thermique émis par les extrémités chaudes de l'arbre du rotor, et de réduire ainsi considérablement la portion de flux atteignant la zone à très basse température.

On a trouvé, suivant la présente invention, que l'on pouvait faire jouer aux paliers eux-mêmes le rôle de barrière thermique à température intermédiaire entre celle du rotor et celle de l'extérieur.

Pour cela, l'invention propose une machine tournante cryo-électrique dont le rotor est maintenu à très basse température dans un cryostat et dont l'arbre est porté, extérieurement à ce cryostat et de chaque côté de celui-ci, par le coussinet d'un palier par l'intermédiaire d'un fluide sustentateur sous pression s'échappant dans une chambre entourant le coussinet, caractérisée en ce que ledit fluide sustentateur est un fluide froid dont la température est comprise entre 0°C et la température du rotor, de manière que le palier joue aussi le rôle de barrière thermique intermédiaire entre le rotor et l'extérieur de la machine.

Le fluide froid sustentateur peut être de même nature chimique que celui refroidissant le rotor, ou il peut être constitué par un corps différent, et il peut être gazeux ou liquide.

Le choix entre ces différentes possibilités dépend essentiellement du poids de l'arbre, de sa température de fonctionnement et de la quantité de chaleur à évacuer par convection dans le palier pour assurer un rendement d'extraction maximal.

Dans ce dernier cas, et d'une manière générale, il y a un très grand intérêt à éviter toute introduction du fluide sustentateur dans le fluide refroidis-

sent le rotor. Aussi, prévoit-on de séparer ladite chambre entourant le coussinet dudit cryostat par un compartiment à vide à pression inférieure à celle du cryostat.

Les pertes sont réduites en prévoyant, d'une part que ladite chambre entourant le coussinet est elle-même entourée, au moins partiellement, par une chambre à vide, et, d'autre part, que ledit coussinet est porté par un support isolé thermiquement du bâti de la machine.

La disposition selon l'invention nécessite l'installation de plusieurs joints tournants, mais cet inconvénient est compensé par les avantages obtenus. On évite l'injection de deux fluides dans le rotor, l'un alimentant l'enroulement, l'autre une barrière thermique. Le trajet de fuite thermique entre l'enroulement et la partie d'arbre à température ambiante (accouplement) est allongé. Les pertes de frigories du fluide refroidissant le rotor sont réduites du fait que ce fluide n'a plus à traverser un palier chaud.

L'invention permet, en outre, d'utiliser pour l'arbre du rotor un métal bon conducteur de la chaleur tout en conservant des pertes thermiques raisonnables. Certains alliages légers, à base d'aluminium par exemple, ont des propriétés mécaniques supérieures à celles des aciers inoxydables moins conducteurs de la chaleur, ce qui permet d'optimiser le dimensionnement du rotor en lui donnant un diamètre supérieur.

L'utilisation pour l'arbre du rotor d'un alliage léger est facilitée, lorsque l'arbre du rotor est mécaniquement relié à l'extérieur par un accouplement à plateaux, en insérant une isolation thermique entre ces plateaux. Il y a également intérêt, alors, à étendre ladite chambre à vide axialement vers l'extérieur et à lui faire entourer ledit accouplement.

L'invention permet aussi, lorsqu'on peut placer le dispositif d'excitation de la machine du même côté que l'accouplement, de n'avoir plus qu'un bout d'arbre chaud. De l'autre côté dudit cryostat, le bout d'arbre est alors placé entièrement dans le froid, en étendant ladite chambre à vide axialement au-delà de l'extrémité de l'arbre et en lui faisant entourer complètement celle-ci.

En se référant aux figures schématiques ci-jointes, on va décrire un exemple, donné à titre non limitatif, de mise en oeuvre de l'invention.

La figure 1 représente, en coupe partielle, un bout d'arbre de cryoturbo-alternateur, du côté de l'accouplement, et la figure 2 représente, en coupe partielle aussi, l'autre bout d'arbre du cryoturbo-alternateur.

Le rotor 1 de cet alternateur, refroidi par de l'hélium liquide à 4,2°K, tourne à l'intérieur d'un cryostat 2 dans lequel on maintient un vide poussé de l'ordre de 10^{-5} Torr. On a figuré l'enroulement statorique en 3 et l'enveloppe extérieure de la machine en 4.

L'arbre 5 du rotor est supporté de part et d'autre du cryostat 2 par un

palier froid 6. Celui-ci est un palier hydrostatique de type classique, à montage autolignant, dont le coussinet 7 se compose de trois secteurs montés sur rotule et ajustables. Ce coussinet n'a pas été représenté en détail et on n'y a pas fait figurer les orifices et les chambres d'alimentation en fluide, car il s'agit de 5 dispositions connues en elles-mêmes. Il est alimenté, par ces canalisations non représentées, en azote à 80°K, et l'azote s'échappe dans une chambre 8 entourant le coussinet et fermée le long de l'arbre par des joints secs à frottement 9 et 10. La pression dans la chambre 8 est comprise entre 0,5 et 1 bar. Des tuyaux, non représentés, relient la chambre 8 à une installation de pompage extérieure 10 non représentée.

La chambre 8 est séparée du cryostat 2 par un compartiment 11 limité le long de l'arbre, du côté du cryostat, par un joint sec à frottement 12 commun au cryostat, et, du côté de la chambre 8, par le joint 10.

Le support 13 du coussinet est thermiquement isolé du bâti 14 de la machine 15 par une isolation thermique 15, par exemple en un matériau stratifié à base d'amiante.

Sur la figure 1, le bout d'arbre porte un plateau 16 accouplé à un plateau 17 d'entraînement, avec interposition d'une isolation thermique 18 qui peut être aussi en un matériau stratifié à base d'amiante.

20 Autour de la chambre 8, on a installé une chambre 19 à vide poussé, de l'ordre de 10^{-5} Torr. La paroi extérieure de cette chambre 19 est thermiquement séparée de la paroi interne par des isolations thermiques 20, 21 qui peuvent être en un matériau stratifié à base d'amiante ou en un matériau à moins grande résistance mécanique car les efforts subis sont faibles.

25 Sur la figure 1, la chambre 19 entoure l'accouplement 16, 17 et se trouve limitée, le long de l'arbre 22 porteur du plateau 17, par un double joint : joint sec à frottement 23 et joint à huile 24, généralement nécessité par la différence de pression entre l'extérieur et la chambre 19.

Le compartiment 25 compris entre ces deux joints a pour rôle d'empêcher que 30 les vapeurs d'huile provenant du joint 24 ne soient cryopompées par le palier froid 6. De même, le compartiment 11 évite que les vapeurs d'azote pouvant s'échapper par le joint 10 ne soient cryopompées dans le cryostat 2. Ces deux compartiments 11 et 25 sont donc maintenus à une pression inférieure à celle régnant dans le cryostat 2 et dans la chambre 19 ; leur pression est de l'ordre de 10^{-6} 35 Torr.

Sur la figure 2, la chambre 19 entoure complètement le bout 26 d'arbre 5 qui se trouve ainsi plongé dans le froid.

REVENDEICATIONS

- 1/ Machine tournante cryo-électrique dont le rotor est maintenu à très basse température dans un cryostat et dont l'arbre est porté, extérieurement à ce cryostat et de chaque côté axial de celui-ci, par le coussinet d'un palier par l'intermédiaire d'un fluide sustentateur sous pression, s'échappant dans une chambre entourant le coussinet, caractérisée en ce que ledit fluide sustentateur est un fluide froid dont la température est comprise entre 0°C et la température du rotor, de manière que le palier joue aussi le rôle de barrière thermique intermédiaire entre le rotor et l'extérieur de la machine.
- 2/Machine tournante cryo-électrique suivant la revendication 1, caractérisée en ce que ladite chambre entourant le coussinet est séparée dudit cryostat par un compartiment à vide à pression inférieure à celle du cryostat.
- 3/ Machine tournante cryo-électrique suivant la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que ladite chambre entourant le coussinet est elle-même entourée, au moins partiellement, par une chambre à vide.
- 4/ Machine tournante cryo-électrique suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit coussinet est porté par un support isolé thermiquement du bâti de la machine.
- 5/ Machine tournante cryo-électrique suivant la revendication 4, dans laquelle l'arbre du rotor est mécaniquement relié à l'extérieur par un accouplement à plateaux, caractérisée en ce qu'une isolation thermique est insérée entre ces plateaux.
- 6/ Machine tournante cryo-électrique suivant la revendication 5, caractérisée en ce que ladite chambre à vide s'étend axialement vers l'extérieur et entoure ledit accouplement.
- 7/ Machine tournante cryo-électrique suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'arbre du rotor comporte un plateau d'accouplement d'un côté dudit cryostat, caractérisée en ce que, de l'autre côté dudit cryostat, ladite chambre à vide s'étend axialement au-delà de l'extrémité de l'arbre et entoure complètement celle-ci.

FIG. 1

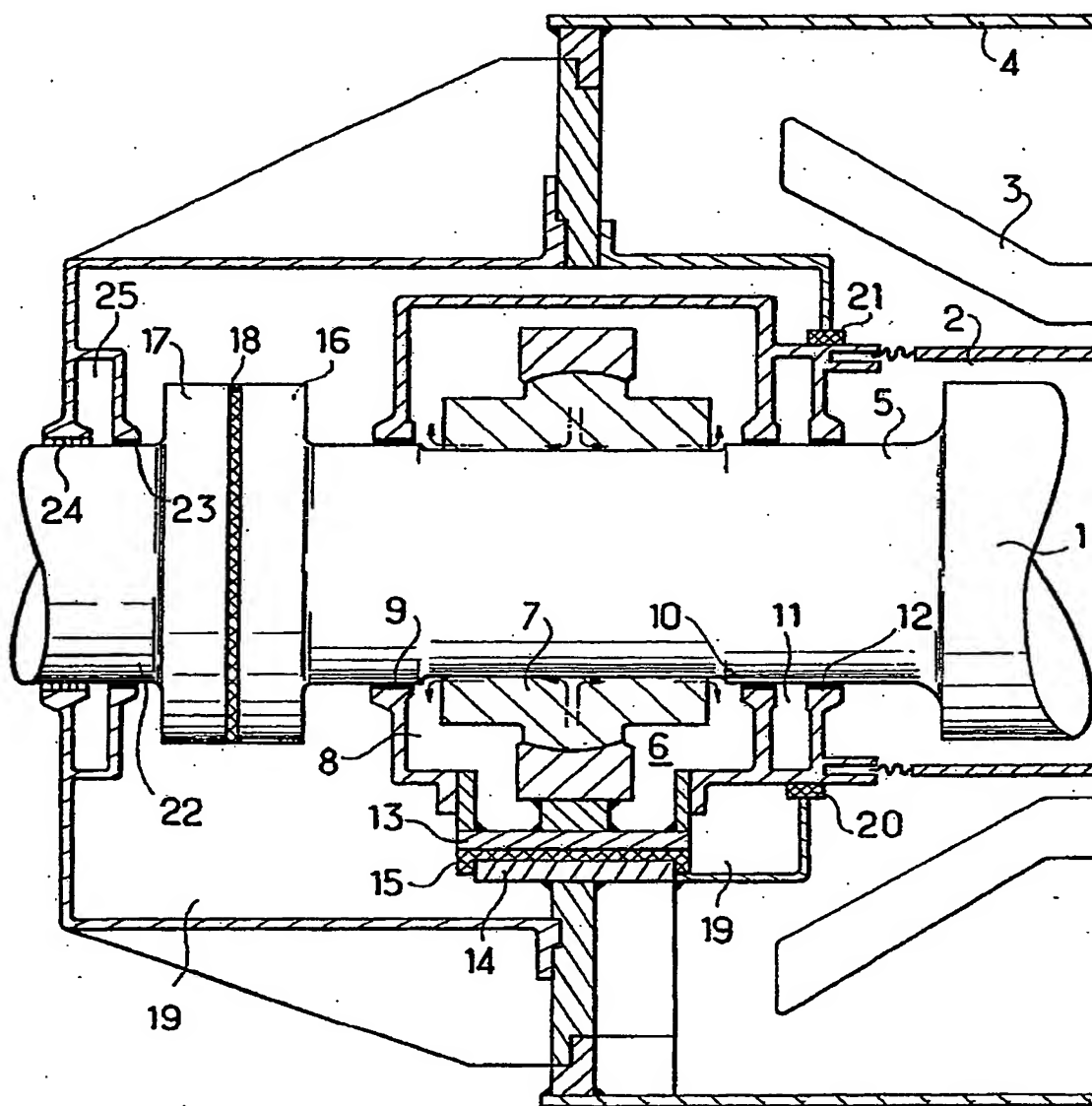
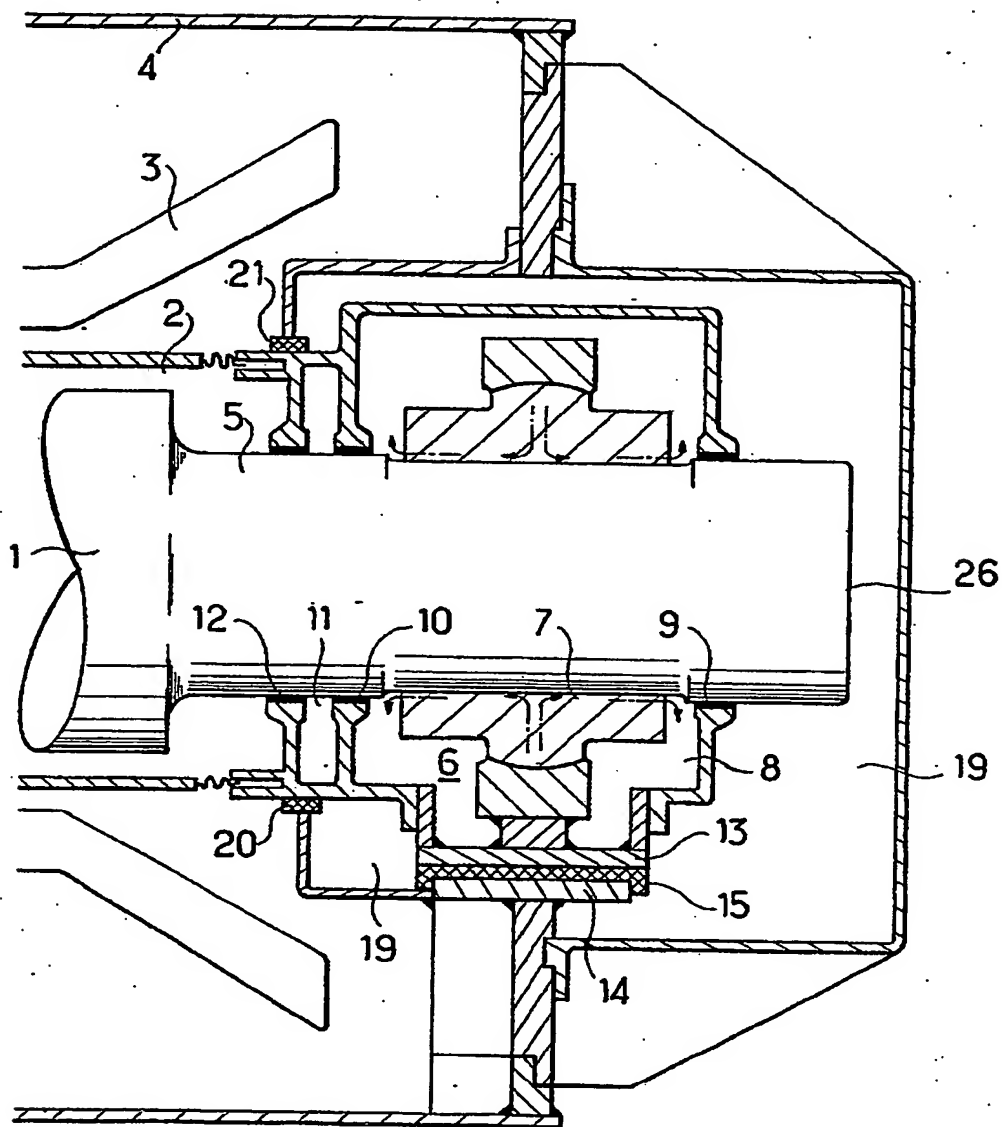


FIG. 2



BEST AVAILABLE COPY